

## Method and apparatus for controlling signal amplitude level

**Publication number:** CN1243615 (A)

**Publication date:** 2000-02-02

**Inventor(s):** JONES M A [US]

**Applicant(s):** ERICSSON INC [US]

**Classification:**


- **International:** H03G1/00; H03G3/30; H03G1/00; H03G3/30; (IPC-7): H03G3/30; H03G1/00


- **European:** H03G1/00B4D; H03G3/30


**Application number:** CN19988001648 19980709


**Priority number(s):** US19970924649 19970905; WO1998US14061 19980709


**Also published as:**

 WO9913570 (A1)

 US5907261 (A)

 EP0935847 (A1)

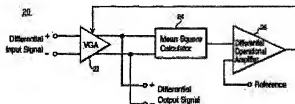
 EP0935847 (B1)

 AU8477498 (A)

Abstract not available for CN 1243615 (A)

Abstract of corresponding document: **WO 9913570 (A1)**

An amplitude leveling circuit includes a variable gain, linear amplifier which receives an input signal and generates an output signal corresponding to the input signal. The signals may be in differential format. A signal processor receives the output signal and determines a corresponding mean squared signal. The signal processor includes a multiplier which squares the output signal, and an averager that averages the squared signal to generate the mean squared signal. An analyzer compares the mean squared signal with a reference and generates a feedback control signal that controls the gain of the variable gain amplifier in accordance with the difference between the mean squared signal and the reference value.; The gain of the variable gain amplifier is controlled so that the amplitude of the output signal is maintained at a desired amplitude level without distorting the originally input waveform shape.



Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98801648.6

[43]公开日 2000年2月2日

[11]公开号 CN 1243615A

[22]申请日 1998.7.9 [21]申请号 98801648.6

[30]优先权

[32]1997.9.5 [33]US [31]08/924,649

[86]国际申请 PCT/US98/14061 1998.7.9

[87]国际公布 WO99/13570 英 1999.3.18

[85]进入国家阶段日期 1999.7.2

[71]申请人 艾利森公司

地址 美国北卡罗莱纳州

[72]发明人 M·A·琼斯

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

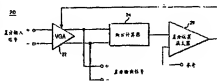
代理人 邹光新 傅康

权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图页数 3 页

[54]发明名称 用于控制信号的振幅电平的方法和装置

[57]摘要

一种振幅调整电路包括接收一输入信号并根据该输入信号产生一输出信号的可变增益线性放大器。该信号可以有不同形式。一信号处理器接收该输出信号并确定相应的均方信号。该信号处理器包括对该输出信号求平方的乘法器,以及求该平方信号的平均值以产生均方信号的平均器。一分析器把均方信号与参考值相比较并产生根据该均方信号与该参考值之间的差别控制可变增益放大器的增益的反馈控制信号。在放大器中的变量的增益被控制使得输出信号的振幅保持在所需的振幅电平,而不使原始输入波形失真。



## 权 利 要 求 书

1. 一种振幅控制电路, 其中包括:  
接收输入信号并根据该输入信号产生一输出信号的可变增益放大器;
- 5 接收该输出信号并确定相应均方信号的信号处理器; 以及  
一分析器, 其把该均方信号与一参考值相比较并产生连接到可变增益放大器的反馈控制信号, 用于根据均方信号与参考值之间的差别控制可变增益放大器的增益,  
其特征在于, 可变增益放大器的增益被控制使得输出信号的振幅保持在所需的振幅电平上。
- 10 2. 根据权利要求1所述的振幅控制电路, 其特征在于, 该振幅控制电路形成于集成电路上。
3. 根据权利要求1所述的振幅控制电路, 其特征在于, 该信号处理器包括:
- 15 对该输入信号求平方的乘法器, 以及  
对该平方信号求平均从而产生均方信号的平均器。
4. 根据权利要求3所述的振幅控制电路, 其特征在于, 该平均器包括一低通滤波器。
5. 根据权利要求1所述的振幅控制电路, 其特征在于, 该可变增益放大器为线性, 并且该振幅控制电路在产生输出信号时不会使输入信号的波形失真。
- 20 6. 根据权利要求1所述的振幅控制电路, 其特征在于, 该参考信号为与所需振幅电平相关的常量, 并且该所需振幅电平对应于一个恒定的均方输出。
- 25 7. 根据权利要求1所述的振幅控制电路, 其特征在于, 该参考信号为与所需振幅电平相关的调节量, 并且所需振幅电平对应于可变均方输出。
8. 根据权利要求1所述的振幅控制电路, 其特征在于, 该分析器包括一运算放大器。
- 30 9. 一种振幅控制电路, 其中包括:  
一可变增益放大器, 其接收差分输入信号并根据该差分输入信号产生差分输出信号;

一均方计算器，其求出差分信号的平方，并对该平方信号求平均；以及

- 一差分运算放大器，其把该平均信号与一参考值相比较并产生连接到该可变增益放大器的反馈控制信号，用于根据该平均信号与参考值之间的差别控制可变增益放大器的增益，

其特征在于，该可变增益放大器的增益被控制，使得该差分输出信号的振幅保持在所需振幅电平。

10. 根据权利要求 9 所述的振幅控制电路，其特征在于，该可变增益放大器为线性，并且该振幅控制电路在产生输出时不会使输入信号的波形失真。

11. 根据权利要求 9 所述的振幅控制电路，其特征在于，该参考信号是一个与所需振幅电平相关的常量，并且所需振幅电平对应于一个恒定的均方输出。

12. 一种方法，其中包括如下步骤：  
15 在可变增益放大器接收一输入信号；  
对该可变增益放大器的输出求平方；  
对该平方输出信号求平均；  
把该平均输出信号与一参考值相比较；  
产生对应于该平均信号与该参考值之间的差值的反馈控制信号；  
20 以及

用该反馈控制信号控制可变增益放大器的增益，以使该输出信号的振幅保持或低于所需振幅电平。

13. 根据权利要求 12 所述的方法，其特征在于，该平方和平均步骤对应于产生该可变增益放大器的输出信号的均方值。

14. 根据权利要求 12 所述的方法，其特征在于，该可变增益放大器为线性，并且该方法还包括：

把该输出信号的振幅保持在所需振幅电平，而不使输入信号发生失真。

15. 根据权利要求 12 所述的方法，其特征在于，该输入信号和输出信号为差分信号。

16. 一种振幅控制电路，其中包括：

一差分放大器，其具有一对连接到一对相连晶体管的偏置端的差

分信号输入端;

一可变增益放大器电路, 其接收由该差分放大器所产生的差分信号, 并在一对差分信号输出端产生差分输出信号;

一乘法器电路, 其用于对该差分输出信号求平方; 以及

- 5 一电流反射镜, 其连接到一参考电流以及该乘法器电流的输出端, 用于产生连接到可变增益放大器的增益控制信号。

17. 根据权利要求 16 所述的振幅控制电路, 其中还包括:

一直流电平移动器电路, 其把一对差分输出端连接到该乘法器, 用于在两个不同的直流电平上产生差分输出信号。

- 10 18. 根据权利要求 16 所述的振幅控制电路, 其特征在于, 该乘法器是连接到第一电流源的吉伯单元乘法器。

19. 根据权利要求 18 所述的振幅控制电路, 其中还包括:

产生该参考信号的第二电流源,

其特征在于, 该参考信号与由第一电流源所产生的电流相关。

- 15 20. 根据权利要求 19 所述的振幅控制电路, 其特征在于, 由该第二电流源和第一电流源所产生的电流之间的比率小于 1。

21. 根据权利要求 16 所述的振幅控制电路, 其中还包括:

一连接于该电流反射镜输出端与可变增益控制电路之间的缓冲放大器。

- 20 22. 根据权利要求 16 所述的振幅控制电路, 其特征在于, 该可变增益放大器为线性。

23. 根据权利要求 16 所述的振幅控制电路, 其中还包括:

连接到该乘法器电路、电流反射镜以及可变增益放大器的电容器。

25

### 发明领域

5 本发明涉及振幅调整以保证信号的振幅保持为恒定水平。

### 发明背景

在许多信号处理应用中，例如无线电收发机，需要把具有未知振幅的信号转换为具有在所需电平上的振幅的信号。根据各种原因执行振幅控制或通常在下文中称为“调整(leveling)”，这些原因有：

- 10 · 为用于相位比较器的混频器提供常量驱动电平。
- 保证放大器的输入不被过激。
- 从信号中除去不需要的振幅噪声。

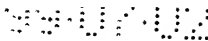
通常，用两种不同类型的电路执行振幅调整：具有峰值检测的限幅器和自动增益控制(AGC)放大器。如下文所述，这些电路中的每一种都具有缺点。

15 限幅器提供大的信号增益并通过对输入信号的信号峰值进行“削波”(即，限幅)产生常量的输出电平。结果，如果在限幅器的输入端接收正弦波形，则该限幅放大器产生“削去”该正弦波的正负峰值的方波输出。限幅器电路通常被用于调频接收器的后端以从接收信号中除去调幅信息。

20 限幅器的一个重要缺点是它的非线性。在正弦波输入的例子中，该振幅被有效地限制为所需数值，但是代价很大。该输入正弦波形被变形，并且输出更象方波而不是正弦波。相应地，限幅器电路不适合于输入信号的线性和波形必须在输出端保持的应用中。这种应用的例子包括在带外滤波之前的接收器链和谐波电平必须被控制的线性发送器，或者对调幅信号执行的任何信号处理中。

25 其它类型的常规振幅校平器是具有峰值检测的 AGC 放大器。AGC 放大器在把信号波形保持为所控制的振幅电平的尝试中采用反馈。但是，具有峰值检测的 AGC 放大器检测信号的负或正峰值，而不是检测输入信号的峰-峰电平或 RMS 电平。结果，AGC 校平器对非对称信号来说不精确。

AGC 方法具有其它缺点。具有峰值检测的 AGC 放大器也不能对差



分信号进行操作。这对于普遍使用差分信号的集成电路（IC）应用中是一个本质问题。另外，具有峰值检测的 AGC 放大器需要大电流来保持被检测信号的峰值。一般地，这种电容器对于集成为固态形式来说太大，因此，它必须作为分立元件提供，这增加限幅电路的尺寸和生  
5 产成本。

### 发明概要

本发明克服在现有技术中的问题。因此，本发明一个目的是提供一种不在被调整信号中导入变形的振幅调整电路和方法。

本发明的一个目的是提供一种不需要大的分立元件（例如，大的  
10 峰值检测器电容）并适合于固态集成的振幅调整电路。

本发明的一个目的是提供一种检测输入信号的峰-峰电平或均方电平以精确进行非对称信号的振幅调整的振幅调整电路。

本发明的另一个目的是提供一种可以有效地对差分信号进行操作的振幅调整电路。

15 上述目的可以利用具有可变增益的振幅控制电路，接收输入信号并根据该输入信号产生输出信号的线性放大器实现。一信号处理器接收该输出信号并确定相应的均方信号。一分析器把该均方信号与一参考值相比较并根据该均方信号与该参考值之间的差别产生控制可变增益放大器增益的反馈控制信号。该可变增益放大器的增益被控制使得  
20 输出信号的振幅保持在所需振幅电平。而没有使原始输入波形失真。为此目的，该信号处理器包括对输出信号求平方的乘法器，以及对该平方信号求平均值以产生均方信号的平均器。

在一个优选应用中，该振幅控制电路形成于一集成电路上。最好，该可变增益放大器接收差分输入信号并产生差分输出信号。该差分输出信号被求平方和求均值，并且差分运算放大器把该平均信号与一参考值相比较。所得的反馈信号根据该平均信号与参考值之间的差别控制可变增益放大器的增益。按这种方式，可变增益放大器的增益被控制使得差分输出信号的振幅保持在所需振幅电平，并且仍然保持输入信号的波形。  
25

30 在一个更具体的实施例中，该振幅控制电路包括具有一对连接到一对晶体管的偏置端的差分信号输入端。可变增益放大器电路接收由差分放大器所产生的差分信号，并在一对差分信号输出端产生差分输

出信号。一乘法器电路对差分输出信号求平方。连接到一参考电流以及乘法器电路的输出端的电流反射镜 (current mirror) 产生连接到可变增益放大器的增益控制信号。

- 一对直流电平移动器电路把一对差分输入端连接到该乘法器以在  
5 两个不同的直流电平上产生差分输出信号。该乘法器可以是连接到第一电流源的吉伯单元乘法器 (Gilbert cell multiplier)，并且电流源可以被用于产生参考信号。该参考信号最好与由第一电流源所产生的电流具有预定关系。特别地，由第一和第二电流源所产生的电流之间的比值小于 1。一电容器 (在其它元件中) 连接到该乘法器电路  
10 输出到低通滤波器，对平方的差分输出信号求平均。

下面将结合附图和最佳实施例进一步具体描述本发明的特点、目的和优点。

#### 附图简述

- 本发明通过实例进行说明，但不限于附图，图中相同的参考标号  
15 表示相同的元件：

图 1 示出根据本发明一个实施例的振幅控制电路；

图 2 示出本发明的另一实施例；

图 3 为示出根据本发明的示例方法的流程图；以及

图 4 为根据本发明的振幅控制电路的另一个更加具体的实施例。

- 20 附图详述

- 在下文描述中，为了解释说明提出各种具体细节，例如特定实施例、电路、电路元件，等等，以提供对本发明彻底的了解，但并不限于此。但是，对于本领域内的专业人士来说显然可以用脱离这些具体细节的其它实施例来实现。在其它实例中，对于公知的方法、装置和  
25 电路的具体描述被省略以避免不必要的细节对本发明造成混淆。

图 1 示出根据本发明的振幅控制电路 10 的一般实施例。一输入信号在线性可变增益放大器 (VGA) 12 的输入端处接收。由于来自线性可变增益放大器 12 的模拟信号输出的振幅被限于所需电平而不对原始输入信号的波形造成失真，因此本发明特别适用于模拟输入信号。

- 30 可变增益放大器输出信号被在信号处理器 14 中处理。特别地，信号处理器 14 确定对应于可变增益放大器输出信号的均方信号。信号的平均使得可以进行精确的全波形均方检测，（而不是仅仅对正或负峰值值的检测），从而对非对称信号提供精确的限幅。为本应用的目的，术语“平均”包括算术平均值（原文为“authentic mean”）和平均



值。如果需要的话，信号处理器 14 也可以确定均方根（RMS）信号。

一分析器 16 接收来自信号处理器 14 的均方输出，并把它与一参考值相比较。分析器 16 的输出被作为增益控制信号反馈到线性可变增益放大器 12。该反馈控制信号对应于均方信号和参考值之间的差值，并可以被作为积分放大器。该反馈控制信号限制可变增益放大器 12 的输出，但不在该原始输入信号波形中导入失真。另外，在输出波形的正和负方向上的信号振幅被检测，以保证由可变增益放大器所产生输出信号在均方根量值上被限于预定的所需电平。

如上文所述，本发明的一个显著优点是不需要大的元件并可以形成于集成电路上。该优点更可以应用于根据图 2 所示的本发明的振幅控制电路 20 的第二实施例中。

在固态线性振幅调整电路实施例的第二实例中，要被处理的信号为差分信号。本发明的精确处理差分信号的能力是优越于常规的缺少这种功能的基于峰值检测的 AGC 电平控制电路的显著优点。因为差分信号通常用于集成电路中。本发明在控制集成电路信号的振幅电平中特别有利。

线性可变增益放大器（VGA）22 根据反馈控制增益信号把可变增益施加到被施加给正（+）和负（-）输入端的差分输入信号，并在正和负输出端上产生相应的差分输出信号，该信号具有受限振幅但是不使差分输入信号的原始波形失真。该差分输出由对该差分输出信号求平方然后确定其平均值的均方计算器 24 所处理。差分运算放大器 26 把由均方计算器 24 所产生的平均信号与一参考信号相比较以产生用于控制可变增益放大器 22 的增益的反馈控制信号。

在第一和第二实施例中，平方函数可以用乘法器来实现，并且平均或平均函数可以用低通滤波器来实现。这种低通滤波器一般只用相对较小的电容器，该电容器可以易于集成到集成电路中。另外，尽管当所需振幅电平为常量时参考值也一般为常量，但是，当所需振幅电平改变时参考信号也可以为调制数值。则该输出将为可变均方输出。

图 3 示出一组过程，被称为振幅控制（块 30），该过程用于实现根据本发明的方法的实例。输入信号在线性可变增益放大器中接收，并按照大于或小于 1 的当前设置增益而放大（块 32）。然后，可变增益放大器的输出被平方（块 34）并求平均（块 36）。平均输出信号被与一参考值相比较（块 38），以产生对应于平均信号与该参考值之间的差的反馈控制信号。可变增益放大器的增益由反馈控制信号所控制，以保证可变增益放大器的输出信号的振幅保持在所需的振幅电平

(块 40)。如上文所述, 输出信号的振幅保持在所需振幅电平而不会使该输入信号失真。另外, 该可变增益放大器的输入和输出信号可以是差分信号。

下面结合附图 4 中所示的振幅控制电路 50 描述本发明的另一实施例。该振幅控制电路 50 包括连接到一对直流电平移动器 54 和 56 的可变增益放大器, 这对直流电平移动器依次连接到乘法器 58。乘法器的输出连接到产生增益控制信号 62 的有源负载 60。

可变增益放大器包括 6 个晶体管 Q1-Q6、电阻器 R1-R4、以及电源 Vcc 和 Vbias。在可变增益放大器 52 的正端和负端 (左侧) 接收差分输入 (I/P) 信号。该正端连接到晶体管 Q5 的基极, 并且负端连接到晶体管 Q6 的基极。放大器 Q5 和 Q6 形成一个差分对, 并且电阻 R1 和 R2 是为晶体管 Q5 和 Q6 保持线性跨导曲线的发射极负反馈电阻。结果, 可变增益放大器 52 在工作时是线性的。

晶体管 Q1-Q4 执行增益变化功能, 晶体管 Q5 和 Q6 的集电极分别连接到射极耦合的晶体管对 Q1、Q2 和 Q3、Q4。在下文中具体描述的增益控制信号 63 连接到晶体管 Q1 和 Q4 的基极端。晶体管 Q1-Q4 的集电极都连接到提供 Vcc 的标准直流电压, 并且连接到晶体管 Q1 和 Q3 的电阻是负载电阻。偏压 Vbias 从 Vcc 中导出。实践中, 直流电压被提供给晶体管 Q2 和 Q3 的基极, 并且可变 (缓慢改变) 电压以增益控制信号 62 的形式提供给晶体管对中的其它晶体管 Q1 和 Q4。实践中, 晶体管 Q1-Q4 从晶体管 Q5 和 Q6 中分离部分电流。如果晶体管 Q1 和 Q4 的电流分流到 Vcc。流过晶体管 Q2 和 Q3 的信号电流的其余部分流过电阻 R3 和 R4 从而产生一信号电压作为差分输出信号。

差分输出信号端也连接到两个直流电平移动器 54 和 56。这些直流电平移动器提供固定的直流电平移动, 并且同时保持输出信号的交流波形成分。因为晶体管 Q7 至 Q10 需要第一直流偏压, 并且晶体管 Q11 和 Q12 需要第二较低的直流偏压, 因此采用直流电平移动器 54 和 56。可变增益放大器 53 的输出施加到这两组晶体管上, 这是为什么每个直流电平移动器包括一个输入端和两个输出端的原因。

采用直流电平移动器一个实例是应用串联的晶体管电阻电流源方案。特别是, 晶体管 Q16 和 Q17 的基极连接到电阻 R3 和 R4 的输出信号端。晶体管 Q16 和 Q17 的发射极端被用于驱动晶体管 Q7-Q10 的基极。在各个连接到发射极的电阻 R5 和 R6 之间的电压下降之后, 来自每个直流电平移动器 54 和 56 的第二低压输出信号被连接以分别驱动晶体管 Q12 和 Q11 的基极端。

所用的乘法器 58 是众所周知的吉伯单元乘法器,其中包括晶体管 Q7-Q12 以及电阻 R7 和 R8. 由于吉伯单元乘法器是常规和众所周知的,因此,不必对该乘法器电路 58 的操作作进一步的描述. 在晶体管 Q9 和 Q10 的集电极处的吉伯单元乘法器 58 的输出在有源负载 60 中的节点 62 处求和. 该有源负载 60 是包含基极端相联的晶体管 Q13 和 Q14 的电流反射镜. 该电流源 I2 提供对应于作为到图 2 中差分运算放大器 26 的输入信号的参考值的参考电流. 最好, 电流 I2 与连接到图 4 中所示的吉伯乘法器 58 的电流源 I1 所产生的电流相关. 参考电流 I2 产生流过晶体管 Q14 的电流. 由于晶体管 Q13 和 Q14 连接成为电流反射镜, 因此晶体管 Q13 用于把参考电流 I2 复制到节点 62 中.

在实践中, 有源负载包括晶体管 Q13 和 Q14. 因此, 如果晶体管 Q8 和 Q10 的输出电流大于电流源 I2 中的参考电流, 则在节点 62 上的电压下降. 如果晶体管 Q8 和 Q10 的输出电流源 I2 所产生的参考电流, 则在节点 62 上的电压上升.

同样连接到节点 62 上的是连接到晶体管 Q13 和 Q14 的共同基极的电容 C1. 电容 C1 执行两个功能: 对节点 62 上的平方电压进行滤波, 以及稳定反馈环路功能, 即, 增益环路控制信号 63. 晶体管 C1 的滤波作用执行平方信号的时间平均. 更具体来说, 处于节点 62 上的电压的更高频率成分由该晶体管所衰减, 使得在晶体管 Q13 的基电极上的信号中的高频成分大大衰减. 假设可变增益放大器 52 的输出信号为正弦波, 则用于乘法器 58 中的平方功能产生具有所需数值的直流电平, 用于与参考信号相比较. 但是, 该平方功能也产生输入信号的倍频信号成分及其谐波. 这些更高频率成分是不希望有的, 并由电容 C1 所滤波. 由上文所述, 电容 C1 的尺寸相对较小, 因此可以在集成电路上以固态形式实现.

由于节点 62 为高阻抗节点并且不应当加载到不具有不利影响的其它信号上, 因此用晶体管 Q15 实现的射极跟随缓冲器向晶体管 Q13 的集电极提供高阻抗. 作为该高阻抗的结果, 在晶体管 Q13 的集电极上的信号电平不被衰减, 并且晶体管 Q8、Q10 以及 Q13 之间的电流平衡得到保持. 电流源 14 为晶体管 Q15 提供偏流以保持该晶体管处于激活状态. 来自晶体管 Q15 的对应于增益控制信号 63 的缓冲信号控制晶体管 Q1 和 Q4 的基极电压, 进而调节可变增益放大器 52 的增益.

电流源 I3 提供偏流, 以保证晶体管 Q1-Q6 都处于激活状态. 电流源 I1 类似为乘法器电路 58 中的晶体管提供偏流, 由于来自晶体管 Q8 和 Q10 的乘法器电路输出电流与该偏流 I1 成比例, 因此电流源 I1 保

持电流 I1 与 I2 之间的关系。结果，一旦反馈环路获得稳定状态，则晶体管 Q8 和 Q10 的集电极电流与电流 I1 形成预定比例。因此，电流 I2 被设为电流 I1 的一部分。通常，I2 与 I1 的比例在 0 和 1 之间。

- 如上文所述，本发明提供一种振幅控制调节电路和方法，其可以
- 5 利用易于在集成电路芯片中实现的电路精确调整不对称信号和差分信号。等价的模拟和数字电路可以用于实现上述结合实施例进行描述的功能。根据本发明线性振幅调节控制不会导入失真，并适用于可以在任何数目的振幅控制环境中固态集成，例如调整用于驱动混合器的本发振荡信号、除去交流纹波、补偿温度变化、产生或检测调幅成分、
  - 10 避免放大器过激，等等。

- 本发明已经结合具体实施例进行描述以利于理解。但是上述实施例只是为了说明而不是限制。对于本领域内的普通技术人员来说显然可以脱离上述具体实施例而不脱离本发明的精神和范围实现本发明。因此，本发明不应被认为是仅限于上述实施例，而应当被认为在范围
- 15 上与随附权利要求完全相同。

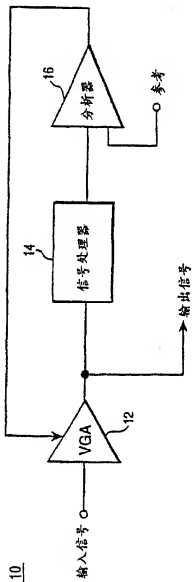


图 1

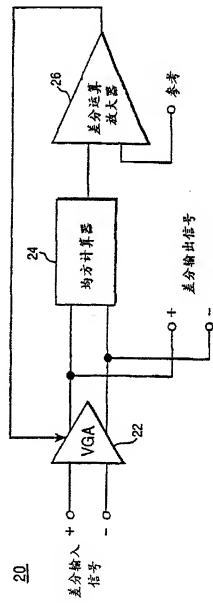


图 2

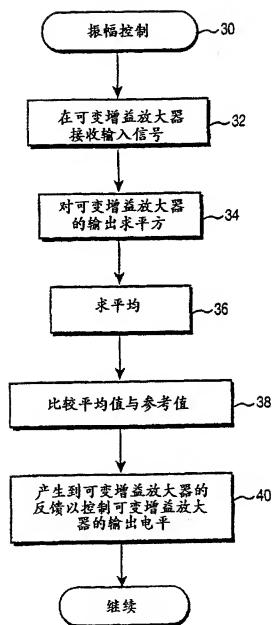


图 3

